

## تعیین مقدار برم (Br) موجود در شش نمونه گندم شهرستان اراک به روش فعال سازی نوترونی (NAA)

رضا پور ایمانی<sup>۱\*</sup>؛ خدیجه قنبرزاده<sup>۱</sup>؛ ایرج شهابی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه فیزیک، دانشکده ی علوم، دانشگاه اراک، صندوق پستی ۳۸۱۵۶-۸۷۹

<sup>۲</sup> پژوهشکده راکتور سازمان انرژی اتمی، اصفهان، صندوق پستی ۸۱۴۶۵/۱۵۸۹

### چکیده:

برای انجام این طرح، تعداد ۶ نمونه گندم از مرکز تحقیقات کشاورزی جهاد کشاورزی شهرستان اراک تهیه شد و به روش فعال سازی نوترونی (NAA) مورد آنالیز قرار گرفت. در این روش از راکتور مینیاتوری اصفهان (MNSR) به عنوان چشمه نوترونی و روش NAA نسبی به عنوان نوع آنالیز استفاده شده است در این طرح به منظور ثبت طیف  $\gamma$  از سیستم MCA و آشکارساز HPGe و به عنوان مرجع تعیین برم از  $^{82}\text{Br}$  استفاده شد. میزان برم اندازه گیری شده برای گندم های سرداری، امیر، الوند، MV-17، باتاوا، کرج ۲ به ترتیب  $۶۱۱۷۲\text{ ppm}$ ،  $۳/۴۰۴۹\text{ ppm}$ ،  $۰/۹۸۱۳۷\text{ ppm}$ ،  $۲/۱۸۲۹\text{ ppm}$ ،  $۰/۹۴۸۴۴\text{ ppm}$ ،  $۰/۸۵۹۷۴\text{ ppm}$  می باشد.

واژگان کلیدی: آشکارساز HPGe، راکتور مینیاتوری MNSR، فعال سازی نوترونی NAA،  $^{82}\text{Br}$ ، MCA

### مقدمه:

تعیین مقدار عناصر کم مقدار (Trace element) که شامل عناصر سمی نیز می شوند در مواد غذایی انسان ضروری است زیرا کاهش یا افزایش آنها باعث یک سری کمبودها و یا بیماریهای جدی می شود. در هر ناحیه مقدار جذب شده در مواد غذایی متفاوت است زیرا ممکن است مواد غذایی در ناحیه ای که توسط مواد صنعتی آلوده شده است، تولید شود و یا اینکه اینگونه مواد استثناء در خاک زیاد باشند. [۱]

یکی از این عناصر برم می باشد، برم در بسیاری از ضد عفونی کننده ها (متیل برمید)، بعضی از فرآورده های نان (برمات پتاسیم)، روغن سبزیجات برم دار (BVO) که به نوشیدنیهای با اسانس مرکبات افزوده می شود، پاک کننده ها، اسپری های آسم، بعضی داروها، محصولات پلاستیکی، بعضی رنگ های کارخانه ای و به عنوان کند کننده های آتش در تشک و فرش استفاده می شود وجود دارد. [۲] افزایش برم در بدن باعث افت ید می گردد و در نتیجه سبب ضعف تیروئید و بعضی ارگان های دیگر می گردد. [۳]

آنالیز به روش فعال سازی نوترونی برای تشخیص هالوژن ها بکار می رود و روشی بسیار مناسب است که به تجزیه شیمیایی احتیاج ندارد و مخرب نیست [۴]. در این مقاله مقدار برم موجود در شش نمونه گندم از شهرستان اراک با نام های رقم سرداری، رقم امیر، رقم الوند، رقم MV-17، رقم باتاوا و رقم کرج ۲، به روش

\*r\_pourimani@araku.ac.ir

فعالسازی نوترونی (NAA) اندازه‌گیری شده است و در بخش‌های بعدی به صورت جدول مشاهده می‌گردد. کارهای مشابهی نیز در کشور ازبکستان و آسیای شرقی انجام گردیده که جداول آن در مراجع [۱، ۵] درج شده است.

## روش کار:

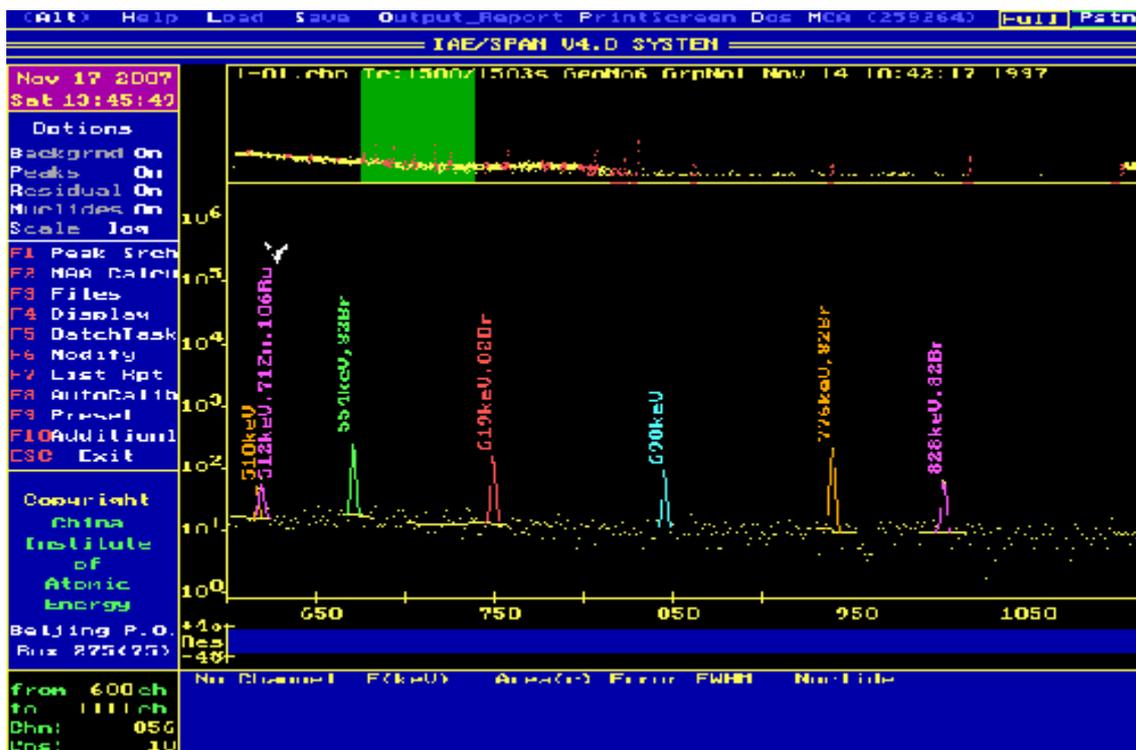
### آماده‌سازی و پرتودهی نمونه:

ابتدا نمونه‌ها را در هاون عقیق به صورت پودر در آورده تا همگن شود، سپس درصد رطوبت نمونه اندازه‌گیری شد. هر یک از نمونه‌ها به طور جداگانه با ترازوی بسیار حساس *Mettler* مدل *AT200* وزن و سپس در قطعات پلاستیکی با ابعاد  $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 0.5\text{cm}$  بسته بندی گردیدند. بسته‌ها به روش استاندارد تهیه و آماده شدند تا در مراحل انجام کار از هر گونه آلودگی جلوگیری به عمل آید [۶].

به دلیل انتخاب روش فعال سازی نوترونی نسبی به عنوان روش آنالیز، تعداد ۴ نمونه استاندارد، از نوع استاندارد معرف انتخاب شد [۷، ۸، ۹، ۱۰]. برای این استانداردها نیز همانند نمونه‌های مجهول، وزن کشتی و محاسبه درصد رطوبت و بسته بندی، انجام گردید. سپس هر ۱۰ بسته تهیه شده را در یک کیسول استوانه‌ای شکل از جنس پلی اتیلن قرار داده و کیسول را بوسیله سیستم *Rabbit* در کانال داخلی راکتور در محل خاص پرتودهی گذاشته شدند. نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در معرض شار نوترون  $(5 \times 10^{11} \frac{n}{\text{cm}^2 \text{s}})$  قرار گرفتند...

### طیف سنجی و آنالیز نمونه‌ها:

نمونه‌ها را بعد از گذشت ۶۸ ساعت از زمان پرتودهی از کیسول خارج کرده و هر کدام را به طور جداگانه مجدداً در کیسول‌های خاصی قرار داده شدند سپس هر کدام به طور جداگانه جهت طیف سنجی در مقابل آشکارساز در محفظه مخصوص جا داده شد. آشکارسازی تابش‌های  $\gamma$  با آشکارساز *HPGe* مدل *GEM-20180\_P* از نوع *Pop-Top* ساخت شرکت *ORTEC* و با خنک کننده افقی انجام گردید. بازدهی نسبی آشکارساز ۲۱/۵ درصد و *FWHM* آن در  $1.332 \text{ MeV}$  برای  $\text{Co}^{60}$ ،  $1.75 \text{ keV}$  است. تقویت کننده مدل *670-ORTEC* و تحلیل گر این سیستم نیز از نوع تحلیلگر چند کاناله (*MCA*)، ۴۰۰۰ کاناله می‌باشد. نمونه‌ها به مدت ۱۵۰۰ ثانیه مقابل آشکارساز قرار گرفته و تجزیه و تحلیل طیف‌های بدست آمده توسط نرم افزار *Span* انجام شد. در شکل (۱) یک نمونه از طیف‌های ثبت شده، درج گردیده است.



شکل (۱) طیف نمونه گندم سرداری

### نتایج:

پس از تجزیه و تحلیل طیف های ثبت شده به کمک نرم افزار *Span* با در نظر گرفتن سطح زیر پیک گاماها با انرژی های  $554.3\text{KeV}$  و  $776.3\text{ KeV}$  (حاصل از واپاشی  $^{82}\text{Br}$ ) جهت تعیین برم و پیک  $1524.6\text{keV}$  جهت تعیین پتاسیم و پیک های  $1368.6\text{keV}$  و  $2574.0\text{keV}$  جهت تعیین غلظت سدیم، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و نتایج حاصل از محاسبات در جدول های ۱ تا ۶ درج شده اند. فراوانی نسبی برم ۸۱، پتاسیم ۴۱ و سدیم ۲۳ به ترتیب  $۴۹.۳۱\%$ ،  $۶.۷۳۰۲\%$ ،  $۱.۰۰\%$  می باشد. [11]

جدول شماره (۱): غلظت برم، پتاسیم و سدیم موجود در گندم سرداری

عنصر	غلظت (ppm)	خطا (ppm)
Br	6.1175	$\pm 3.1 \times 10^{-4}$
K	469.27	$\pm 4.9 \times 10^{-4}$
Na	8.7063	$\pm 4.9 \times 10^{-4}$

جدول شماره (۲): غلظت برم، پتاسیم و سدیم موجود در گندم امیر

عنصر	غلظت (ppm)	خطا (ppm)
Br	3.4049	$\pm 4.2 \times 10^{-4}$
K	469.27	$\pm 2.6 \times 10^{-4}$
Na	8.8187	$\pm 4.9 \times 10^{-4}$

جدول شماره (۳): غلظت برم، پتاسیم و سدیم موجود در گندم الوند

عنصر	غلظت (ppm)	خطا (ppm)
Br	0.98137	$\pm 10.5 \times 10^{-4}$
K	443.6	$\pm 2.8 \times 10^{-4}$
Na	24.696	$\pm 2.9 \times 10^{-4}$

جدول شماره (۴): غلظت برم، پتاسیم و سدیم موجود در گندم MV-17

عنصر	غلظت (ppm)	خطا (ppm)
Br	2.1829	$\pm 4.2 \times 10^{-4}$
K	505.45	$\pm 2.6 \times 10^{-4}$
Na	9.4131	$\pm 4.9 \times 10^{-4}$

جدول شماره (۵): غلظت برم، پتاسیم و سدیم موجود در گندم باتاوا

عنصر	غلظت (ppm)	خطا (ppm)
Br	0.94844	$\pm 9.9 \times 10^{-4}$
K	468.01	$\pm 3.0 \times 10^{-4}$
Na	16.3810	$\pm 1.6 \times 10^{-4}$

جدول شماره (۶): غلظت برم، پتاسیم و سدیم موجود در گندم کرج ۲

عنصر	غلظت (ppm)	خطا (ppm)
Br	0.85974	$\pm 10.1 \times 10^{-4}$
K	434.22	$\pm 3.1 \times 10^{-6}$
Na	12.563	$\pm 4.4 \times 10^{-4}$

### بحث و نتیجه گیری:

با توجه به جدول های بالا مشاهده می گردد که غلظت برم موجود در گندم سرداری بیشتر و در گندم کرج ۲ کمتر از گندم های دیگر می باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایشات و مقایسه با مقدار مجاز برم که توسط سازمان کشاورزی جهانی و سازمان سلامت جهانی  $50\text{ppm}$  برم برای غلاتی که توسط ضد عفونی کننده های حاوی متیل برمید، ضد عفونی می گردند، توصیه شده است، [12] طبق گزارش *FAO* نتایج اندازه گیری در کشور انگلستان میزان برم بین  $0.6$  تا  $1.0\text{ ppm}$  متغیر است که با مقایسه با نتایج حاصل از این اندازه گیری مشاهده می نماییم که مقدار برم موجود در گندم بستگی به رقم آن هم دارد، بعضی از ارقام استعداد بیشتری در جذب برم از خاک دارند. به هر جهت میزان برم موجود تا سطح مجاز تعیین شده برای گندم توسط *FAO* فاصله زیادی دارد.

### References:

- [1] A. Kist, L. Zhuk, E. Danilova, N. Osinskaya, T. Rakhmanova, S. Agzamova, R. Abdurasulov, S. Khusnitdinova, S. Jalalova, Kh. Useinova, A. Mukhina " Instrumental Neutron Activation Analysis in estimation of elements intake to the human body with foodstuffs."
- [2] Vobecky M et al., Interaction of Bromine with Iodine in the Rat Thyroid Gland at Enhanced Bromide Intake, *Biol Trace Elem Res* 1996.
- [3] Velicky J et al., The Effect of Bromide on the Ultrastructure of Rat Thyrocytes, *Ann Anat* 2004
- [4] K. Tagami, S. Uchida, I. Hirari, H. Takeda "Determination of chlorine, bromine and iodine in plant samples by inductively coupled plasma- mass spectrometry" *Analytica Chimica Acta*. 570(2006)88-92.
- [5] T. Kawai, Z -W. Zhang ,C-S. Moon, S. Shimbo, T. Watanabe, N. Matsuda - Inoguchi , K. Higashikawa, M. Ikeda " Comparison of urinary bromide levels among people in East Asia, and the effect of dietary intakes of cereals and marine products" *Toxicology Letters* 134 (2002) 285—293.
- [6] IAEA – TECDOC – 564 "Practical aspect of operating a Neutron Activation Analysis Laboratory"
- [7] National Institute of Standards & Technology ; Standard Reference Material 1547
- [8] National Institute of Standards & Technology ; Standard Reference Material 1577b
- [9] National Institute of Standards & Technology ; Standard Reference Material 8436
- [10] National Institute of Standards & Technology ; Standard Reference Material 1567a
- [11] D.D. Sood, et al , *Fundamental of Radiochemistry*, translated by Ghannadi Maragheh , IAEA org of Iran 1384
- [12] FAO, PL:CP/15, WHO/Food Add./67.32 "Evaluation of some pesticide in food"